IFB
ERFOLG
LÄSST SICH
MESSEN

IFB-Mainz
Ingenieurbüro für Bauabrechnung
und Bauabwicklung
Rheinhessenstraße 3
55129 Mainz

Anlage zur Prüfung der Aufmaßunterlagen

1. UNTERLAGEN ZUR ABRECHNUNG
2. PRÜFUNG VON DIGITALEN AUFMAßEN
3. BÖSCHUNGSZUSCHLÄGE BEI GENEIGTEN FLÄCHEN
4. FORMELÜBERSICHT FÜR MENGENDOKUMENTATION
5. GAUSS-ELLING: BERECHNUNG + PRÜFUNG
6. PROFILSCHNITTE: BERECHNUNG + PRÜFUNG
7. AUSZÜGE AUS VOB/C ABRECHNUNGSVORSCHRIFTEN
8. AUSZÜGE DIN 18300-ABGEBÖSCHTE BAUGRUBEN

1. UNTERLAGEN ZUR ABRECHNUNG

Bestandspläne der Geländeaufnahmen
Ur-; ggf. Zwischen - und Schlussaufmaß mit Geländehöhen

Abrechnungspläne
- Abbruch und Neubau (Darstellung von Längen - und Flächen)
- ggf. Erdmassenberechnung (DGM; Digitales Geländemodell): Darstellung von Schnittlage und Schnitten)
- ggf. Leitungsplan

Mengennachweis mit Positionszusammenstellung
- Berechnung der erbrachten Leistungen

2. PRÜFUNG VON DIGITALEN AUFMAßEN

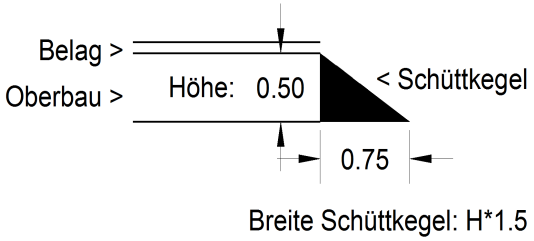
EDV-gestützte Abrechnungen sind lt. Empfehlung der FLL (www.FLL.de) grundsätzlich nicht mehr rechnerisch, sondern nur noch logisch zu prüfen, da man Rechenprogrammen keine Rechenfehler unterstellt. Die logische Prüfung beinhaltet insbesondere das Nachvollziehen der Verlaufspläne in der Örtlichkeit, sowie einen Abgleich der in der Berechnung verwendeten und im Plan dargestellten Werte.

Alle berechneten Strecken und Flächen aus der Mengendokumentation werden in den Aufmaß- und Dokumentationsplänen nachgewiesen.
Die einzelnen Positionen werden dabei in unterschiedlichen Farben dargestellt, so dass eine schnelle und eindeutige Zuordnung möglich ist.

Die in der Berechnung verwendeten und somit zu prüfenden Werte sind bei Strecken als Maßangabe in den Plänen vollständig enthalten.
Bei der Berechnung nach Gauß-Elling bestehen die zu prüfenden Werte aus den Koordinaten der Eckpunkte, welche durch fortlaufende Indexzahlen nummeriert sind. Zur stichprobenartigen Kontrolle der Koordinatenwerte liegt über den Plänen ein Raster.

Bei Strecken und Flächen aus Bögen, sowie bei Volumen aus Flächen kann es im Einzelfall zu Abweichungen zwischen den Bemaßungen im Plan und den berechneten Summen in der Mengendokumentation kommen. Dies beruht auf programminternen Rundungsdifferenzen.
Maßgeblich sind immer die berechneten Zahlen in der Mengendokumentation.

Abkürzungen:
HA: Handaufmaß (durch zählen oder mit Meßrad)
RA: Regelaufbau
AR: Arbeitsraum (Annahme von 30 cm im Regelfall)
SK: Schüttkegel (Annahme Abböschung von 1 : 1.5) Bei der Berechnung von Tragschichten wird der Schüttkegel mit Hilfe folgender Formel ermittelt: V(m³)= Länge*(Höhe*Höhe*1,5)/2 (Dreiecksformel).



3. BÖSCHUNGSZUSCHLÄGE BEI GENEIGTEN FLÄCHEN

Geneigte Flächen werden der Einfachheit halber nicht in der Abwicklung berechnet und als Profilschnitte dokumentiert, sondern es wird die Projektionsfläche berechnet und mit Böschungszuschlägen nach Lehr (R.Lehr; Taschenbuch für den Garten- und Landschaftsbau; Ulmer Verlag; Ausgabe 2003; S. 29) multipliziert.

Zur Errechnung des Zuschlagskoeffizienten gilt die Formel: $\sqrt{Z = v\ 1 + 1 / n^2}$ (n = Steigungsverhältnis)

Steigung:	Zuschlagsfaktor:
1 : 0.5	2.236
1 : 1.0	1.414
1 : 1.5	1.202
1 : 2.0	1.118
1 : 2.5	1.077
1 : 3.0	1.054
1 : 3.5	1.040
1 : 4.0	1.031

4. FORMELÜBERSICHT FÜR MENGENDOKUMENTATION

ZEILENKENNUNG (KE)

* = Textzeile (freier Kommentar)
H= Hilfswert (Berechnung von Hilfswerten, wird nicht in Positionsmenge eingerechnet)
E= Ergebnis (s. Hilfswert, Ergebnisse werden jedoch in Positionsmenge eingerechnet)
Z= Zwischensumme (Summe der darüber stehenden Mengenzeilen; Angabe der ersten und letzten Blattzeile. Alle im Plan gekoppelten Flächen und Strecken werden automatisch mit Zwischensummen ausgewiesen)
P= Positionsmenge (komplette Summe der Position)
Der Faktor definiert Addition oder Subtraktion (per 1.00 oder -1.00), bzw. gibt die Anzahl der mengengleichen

Teilflächen an
Die Blattzeile wird automatisch fortlaufend vom Programm nummeriert.
Die Blattzeilen-Nummerierung erfolgt nicht chronologisch, sondern logisch in der Reihenfolge der Erfassung.

DIE WICHTIGSTEN FORMELN
(s. auch unter Verwendete Formeln Anfang Mengennachweis)

Formel-Nr.	Bedeutung	Werte			Formel
9	Parabelsegment	s	h		s*h*2/3 wenn h<s/3 1,125*s*h*2/3 (=2*h*3/4) wenn h>s/3
22	Fläche nach Gauß-Elling	x	y		s. Kap. 5
22	Volumen nach Gauß-Elling	H	x	y	s. Kap. 5
91	Freie Rechenformel				Grundrechenarten

5. GAUSS-ELLING: BERECHNUNG + PRÜFUNG (nach REB-VB23.003)

BERECHNUNG

Zu Formel 22; Fläche nach Gauß-Elling :
- Die Koordinatenwerte x und y werden im Uhrzeigersinn fortlaufend als Wert 2 und 3 bzw. Wert 4 und 5 erfasst
- Die erste und letzte Koordinate ist identisch, da es sich um ein geschlossenes Polygon handelt
- Abschließend werden alle Kreisbogensegmente ausgegeben, die für die korrekte Flächenberechnung relevant sind (Abzug von innen liegenden Bögen, Addition von außen liegenden Bögen)
- Die Indexzahlen stehen im Plan außerhalb der Begrenzungslinie

Zu Formel 22; Volumen nach Gauß-Elling :
- Zusätzlich zu den Koordinaten wird die für den Körper gültige Höhe angegeben (z.B. Einbaustärke)
- Die Höhe gilt für alle darüber aufgeführten Koordinaten und wird nur einmalig ausgegeben

Berechnung nach Gauß-Elling : $\sum(x_i * y_{i+1}) - \sum(x_i * y_{i-1}) = 2F$

PRÜFUNG

Die zu prüfenden Werte einer Gauß-Elling-Berechnung sind die Koordinaten der einzelnen Indexpunkte, welche die Fläche begrenzen.
Zur Überprüfung dieser in der Mengendokumentation aufgeführten Koordinaten sind die Dokumentationspläne mit einem Raster versehen.
Für eine stichprobenartige Überprüfung der Aufmasspunkte empfiehlt sich die Kontrolle per Pythagoras:
Man sucht sich leicht auffindbare Punkte und misst auf dem Plan bzw. in der Örtlichkeit die direkte Entfernung beider Punkte.
In der Mengendokumentation der Fläche finden sich die Koordinaten für diese Punkte wieder und man kann den Abstand auf der X-Achse, sowie auf der Y-Achse berechnen. Diese Abstände entsprechen den rechtwinklig zueinander stehenden Schenkeln eines Dreiecks, so dass über den Satz des Pythagoras die Schrägentfernung berechnet und sowohl im Plan als auch in der Örtlichkeit leicht abgeglichen werden kann.

6. PROFILSCHNITTE: BERECHNUNG + PRÜFUNG

BERECHNUNG
Die Lage der Profilschnitte ist im Plan “SCHNITTLAGE“ enthalten, bei mehreren Schnittlagen sind diese farblich unterschiedlich dargestellt.

Die Profile (Plan “SCHNITTE“) enthalten Ausgangs- und Bezugsgelände als farbige Linien, sowie zur besseren Orientierung die Lage der Gradiente.
Der Abstand der Punkte auf der Schnittlinie und die jeweiligen Punkthöhen sind unterhalb des Profiles angetragen.
Die Berechnung der einzelnen Profile erfolgt generell über die Formel 22; Fläche nach Gauß-Elling, s.o.
Abgerechnet wird nach der Profilmethode (nach REB-VB 21.003):
Am Ende der einzelnen Profilberechnungen steht, als Hilfswert gekennzeichnet, die sich ergebende Profilfläche (Gauß-Elling). Nach Aufführen der Fläche des letzten Profiles wird nach der Profilmethode der Mittelflächenwert zweier benachbarter Profile gebildet und mit dem Abstand der Profile zueinander multipliziert (Abstand errechnet sich aus den Stationierungswerten (Wert1-Wert2) der Profile, welche mit Verweis auf ihre Adresse (A) angegeben sind). Am Schluss der Teilvolumenberechnungen (Teilwerte nicht sichtbar) wird das Gesamtvolumen ausgegeben.

Anmerkung: Der durch die Verschneidung der Triangulationen entstehende Differenzkörper liefert eine wesentlich genauere Aussage über die Erdmassen. Diese sog. Prismenmethode (REB-VB22.013) ist jedoch recht unanschaulich und die Dokumentation der Ergebnisse unübersichtlich und schwer nachzuvollziehen. Daher rechnen wir nach der wesentlich anschaulicheren Profilmethode ab.

PRÜFUNG
Eine EDV-gestützte Erdmassenberechnung ist nur logisch zu prüfen, eine rechnerische Prüfung würde Rechenfehler des Programmes unterstellen.
Zur Prüfung der Richtigkeit der gemessenen Ausgangs- und Zielhöhen sind Kontrollmaße auf der Baustelle und der Abgleich mit Fotos geeignet. Anhand der Profile kann der alte und neue Geländeverlauf visuell abgeglichen werden. Konstruierte Höhen (z.B. Koffersohlen) sind logisch und stichprobenartig auch rechnerisch zu prüfen.
Hierzu sucht man sich im Höhenplan eine Schnittlinie aus und misst den Abstand zu einer markanten Stelle (z.B. Höhenversprung). Im Profil sucht man den entsprechenden Abstand und überprüft anhand der Höhenangaben im Profil, sowie anhand der nahe liegenden Punkte im Plan die Richtigkeit von Koffertiefe und Höhenversprung.
Da im Plan nur die gemessenen und daraus konstruierten Höhenpunkte dargestellt sind, wohingegen für die Berechnung der Profile eine Unmenge weiterer Höhenpunkte interpoliert werden, macht es keinen Sinn, jede Höhe aus den Profilschnitten im Plan abzugleichen.
Vielmehr sollten einzelne Höhen stichprobenartig geprüft werden und ansonsten eine visuelle Kontrolle der Profile selbst erfolgen.
Sollten Ihnen die Pläne digital vorliegen, können Sie zur Hilfe die im Beiblatt “Layerbeschreibung“ genannten relevanten Layer einschalten. Die auf das Planum gesetzten Höhenpunkte finden Sie im Layer P-SA/P-UA und Höhenversprünge (Zwangskanten) in Folge von Belagswechseln oder Böschungen im Layer ZK-UA/ZK-SA.
Differenzkörper unter 0_DGM_Volumen (rot=Auftrag; gelb=Abtrag).
Geländeoberflächen Ur/Schlussaufmaß: 0_DGM_Triangulation. Da beide Körper übereinander liegen, ist es zur einzelnen Betrachtungsweise jedoch notwendig, über ein CAD-Programm mit DGM-Manager zu verfügen. Bitte sprechen Sie uns bei Rückfragen zur Organisation unseres DGM-Managers an.

Um die Leserlichkeit der Profilschnitte zu verbessern, kann optional die Schriftgröße weiter verkleinert werden und Ihnen als pdf-Datei zur Verfügung gestellt werden. Bitte fordern Sie diese bei Bedarf direkt bei uns an.

7. Auszüge aus den Übermessungs- und Abrechnungsvorschriften gem. VOB/C:

DIN 18300 Erdarbeiten:
Massenermittlung im fertigen Zustand per Auftragskörper
Übermessen wird:

- das Raummaß jeder Leitung, von Sickerkörpern, Steinpackungen und dergleichen mit einem äußeren Querschnitt bis zu 0,1m²

DIN 18303 Verbauarbeiten:
Übermessen werden:
- Aussparungen für Leitungen

Die Tiefen werden gemessen 5cm über OK Gelände

DIN 18306 Entwässerungskanalarbeiten:
Übermessen werden:
- Formstücke
- lichte Weiten von Schachtaufsätzen bei gemauerten oder betonierten Entwässerungskanälen

Bei Entwässerungskanälen aus vorgefertigen Rohren wird die lichte Weite von Schächten abgezogen

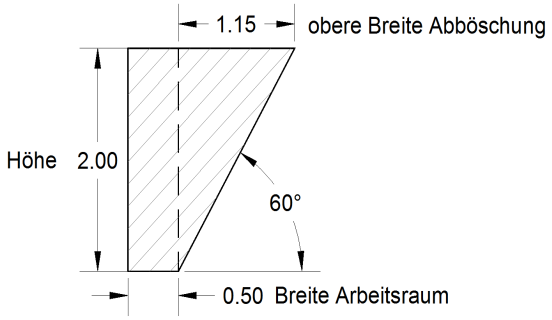
DIN 18315,16,17,18 Straßenbauarbeiten (Asphalt und Pflaster):
Abrechnung nach Aufmaß im fertigen Zustand
Übermessen werden:
- Aussparungen und Einbauten (Schächte, Schieber, Maste, Stufen, Schachtumpflasterungen; Lichtschächte) bis zu 1m², Fugen und Schienen
- Einzelflächen <0,5m² werden als 0,5m² abgerechnet
- Einfassungen: Gemessen wird entlang der Vorderkante; Abzug von Einbauten und Aussparungen bis 1,00m

Schnitt von Platten und Pflaster wird nach Länge der Fuge zwischen Belag und Einfassung gerechnet.

DIN 18320 Landschaftsbauarbeiten:
Abrechnung nach Aufmaß im fertigen Zustand
- Aufmaß in der Abwicklung; Böschungen steiler 1:4 werden getrennt nach Neigung aufgemessen
- Abzug von Aussparungen und Einbauten:
  > 100m² bei Ansaaten (freie Landschaft)
  > 5.0m² bei Ansaaten (praxisüblich Garten- und Landschaftsbau)
  > 2.5m² bei sonstigen Flächen (Rollrasen; Pflanzflächen etc.)

8. Auszüge aus der DIN 18300-abgeböschte Baugruben:

Für abgeböschte Baugruben gelten für die Ermittlung des Böschungsraumes folgende Böschungswinkel:
- 40 Grad für BKL 3-4
- 60 Grad für BKL 5
- 80 Grad für BKL 6-7



Für die Berechnung der Abgrabung/Hinterfüllung gilt:
Rechtecksfläche*Länge+Dreiecksfläche*Länge

Rechtecksfläche=Breite AR*Höhe
Dreiecksfläche= (obere Breite Abböschung*Höhe)/2

Ermittlung der oberen Breite durch Trigonometrie:
tan 30 Grad=obere Breite/Höhe
0,58=obere Breite/Höhe

Anmerkung: Arbeitsraum 50cm gem. DIN 18300/DIN 4124, für den Fall dass AR betreten werden muss.

Grundlagen der Bauabrechnung entnehmen Sie bitte folgender FLL-Bröschüre:
Empfehlungen für die Abrechnung von Bauvorhaben im Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau (Ausgabe 2006)